

БЕСКОНТАКТНЫЕ СХЕМЫ ФОРСИРОВКИ В ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВАХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Канд. техн. наук, доц. СОЛЕНКОВ В. В., канд. техн. наук БРЕЛЬ В. В.

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого

В работе асинхронного двигателя с тормозным устройством (АД с ТУ) участвует схема управления, которая обеспечивает питанием электромеханический тормоз [1]. Она должна быть компактна, проста, надежна и, кроме того, обеспечивать необходимое время срабатывания.

Различают конструкции электромеханического тормоза с электромагнитами постоянного и переменного тока [1, 2].

С точки зрения минимума комплектующих элементов, растормаживающий электромагнит должен совпадать по роду тока с самим электродвигателем. В этом случае тормозной электродвигатель отличается простотой конструкции и высоким быстродействием при включении. Однако электромагниты переменного тока не получили широкого распространения из-за:

- большой кратности пускового тока по отношению к номинальному (при притянтом якоре), ограничивающей допустимое число включений в час;
- наличия ударов и больших динамических усилий, приводящих к уменьшению срока службы тормозной системы;
- сложности технологии изготовления шихтованного магнитопровода;
- недопустимой в ряде случаев пульсации силы электромагнитного притяжения;
- малой надежности и необходимости частого регулирования.

Электромагниты постоянного тока лишены перечисленных недостатков, однако и они не нашли широкого применения для размыкания механических тормозов электродвигателей из-за значительных потерь энергии, достаточно больших габаритов, массы и невысокого быстродействия [1, 3, 4]. Поэтому пуск электродвигателя иногда происходит при замкнутом тормозе, что приводит к его перегреву и увеличению износа тормозных накладок.

Одним из путей, ведущих к значительному увеличению начального тягового усилия, уменьшению времени срабатывания, потребляемой энергии, а также массы и объема активных материалов (меди и стали) электромагнитов постоянного тока, как известно, является использование специальных схем форсировки пускового тока [2, 5]. Форсировка срабатывания растормаживающего электромагнита, кроме того, способствует устранению нежелательного влияния механического тормоза на увеличение времени пуска и пусковые потери базового электродвигателя.

Использование специальных схем форсировки пускового тока позволяет на короткий промежуток времени создать большой магнитный поток и существенно увеличить начальное тяговое усилие в электромагните.

Можно выделить два основных способа построения бесконтактных схем форсировки в АД с ТУ [4, 5]. Первый связан с использованием характера пусковых токов в обмотках электродвигателя. Большие токи, сопровождающие процесс пуска электродвигателя, протекая по обмоткам электромагнита, форсируют его срабатывание и размыкание тормоза. Данные схемы нарушают симметрию обмоток АД и поэтому получили название несимметричных схем управления. Эти схемы выгодно отличаются простотой, надежностью и минимальным количеством комплектующих элементов. Вместе с тем несимметрия цепи АД часто приводит к недопустимому ухудшению его характеристик (увеличению потерь энергии, уменьшению электромагнитного момента, КПД и др.).

На рис. 1а представлена несимметричная однополупериодная схема форсировки, в которой электромагнит включен в рассечку фазного провода. Когда диод открыт, ток электромагнита i_3 равен току контура, образуемого обмоткой электромагнита YA и диодом VD. Поэтому нарушение симметрии двигателя происходит только в одном полупериоде питающего напряжения. Недостатками данной схемы является нестабильное срабатывание электромагнита при различных значениях начальной фазы питающего напряжения, что ведет к подтормаживанию двигателя в моменты пуска.

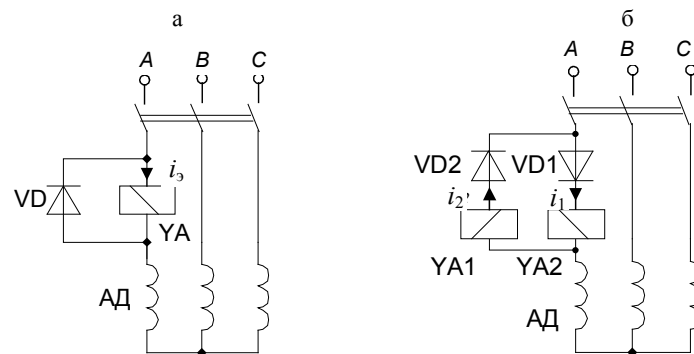


Рис. 1. Схемы форсировки: а – несимметричная однополупериодная; б – двухобмоточная двухполупериодная

Двухобмоточная двухполупериодная схема форсировки тормозного электродвигателя приведена на рис. 1б. Данная схема обладает большей несимметрией, чем схема на рис. 1а, за счет взаимоиндукции обмоток электромагнита. Однако пульсации МДС и время срабатывания электромагнита здесь меньше.

Разновидностью двухобмоточных схем управления является схема на рис. 2а. Отличие ее от предыдущей схемы заключается в том, что в промежуточные полупериоды напряжения питания одна из катушек электромагнита замкнута через диод и за счет самоиндукции улучшает режим работы электромагнита.

На рис. 2б авторы предлагают новую схему форсировки, которая представляет собой компромиссный вариант между схемами на рис. 1б, 2а.

Здесь время срабатывания силового электромагнита и влияние на симметрию электродвигателя меньше, чем в упомянутых выше схемах, из-за отсутствия взаимной индуктивности обмоток.

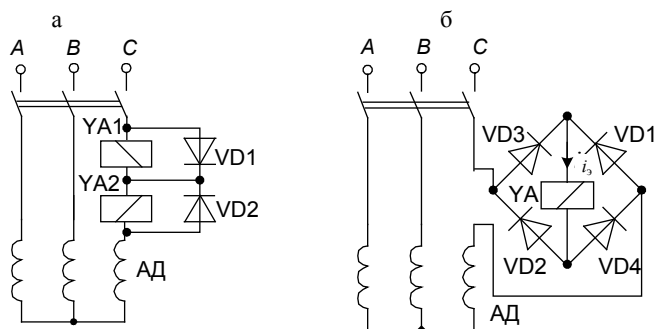


Рис. 2. Схемы форсировки: а – несимметричная двухобмоточная; б – однообмоточная, двухполупериодная

Второй способ построения форсирующих схем управления в АД с ТУ осуществляется путем переключения напряжения, приложенного к катушке электромагнита, с более высокого на более низкое. Данные схемы не нарушают симметрию обмоток АД и поэтому получили название симметричных схем управления. Однако они менее надежны, чем несимметричные схемы управления, так как содержат большее количество комплектующих и не имеют прямых связей с процессами, происходящими в двигателе.

На рис. 3 представлена симметричная схема управления, которая использует источник постоянного (выпрямленного) напряжения. Работа схемы заключается в переключении катушек электромагнита с параллельного на последовательное соединение с помощью транзисторного ключа [5]. Недостатками схемы является использование мощных и высоковольтных транзисторов, что делает схему дорогой.

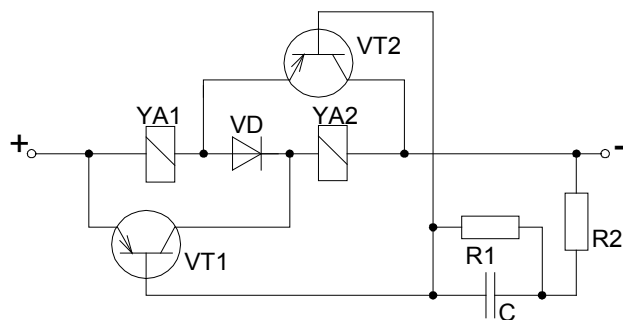


Рис. 3. Симметричная схема управления на транзисторах

Получили распространение схемы форсировки с пусковыми обмотками (рис. 4). Пусковая обмотка содержит малое число витков, намотана проводом большого сечения, благодаря чему развивает значительную МДС, но может работать только кратковременно, так как в ней выделяется большое

количество энергии. МДС рабочей обмотки YA1 значительно меньше, чем пусковой YA2, однако ее вполне достаточно для удержания якоря в притянутом состоянии [2, 6]. Недостатками схемы является большая емкость форсирующего конденсатора C, что существенно увеличивает габариты схемы.

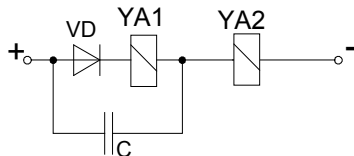


Рис. 4. Схема форсировки с пусковыми обмотками

В однообмоточном электромагните уменьшение величины подводимой мощности происходит за счет снижения напряжения, прикладываемого к обмотке. Такое уменьшение напряжения часто связано с использованием токоограничивающего элемента.

В качестве токоограничивающего элемента может использоваться конденсатор, при этом в нем отсутствуют активные потери.

Существенному снижению емкости и габаритов токоограничивающего конденсатора способствует применение схемы форсировки электромагнита, представленной на рис. 5. В момент пуска электродвигателя конденсатор C шунтируется тиристором VS, происходит форсировка электромагнита. Дополнительный диод VD2 необходим для того, чтобы конденсатор не разряжался на тиристор. Недостатком схемы является однополупериодное выпрямление, что приводит к большому времени срабатывания электромагнита, дополнительным потерям мощности в номинальном режиме и повышенным пульсациям МДС в электромагните.

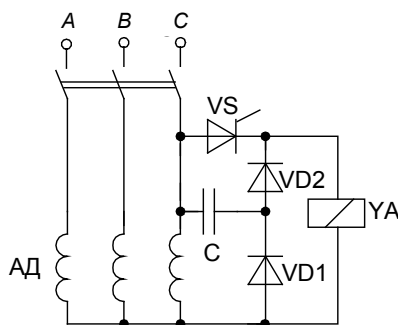


Рис. 5. Схема форсировки электромагнита с шунтирующим конденсатором

Существуют двухполупериодные симметричные схемы управления электромагнитом постоянного тока с малым временем срабатывания (рис. 6). Однако они не получили широкого распространения, так как громоздки и требуют усложнения конструкции электродвигателя.

На рис. 7 авторы предлагают новую двухполупериодную схему форсировки, которая обладает большим быстродействием по сравнению со схемой, представленной на рис. 5, и не требует видоизменения конструкции электродвигателя в отличие от схемы на рис. 6. Емкость и габариты конденсатора в этой схеме в половину меньше, чем в однополупериодной, со-

ответственно схема является более компактной и предпочтительной по сравнению с приведенными выше.

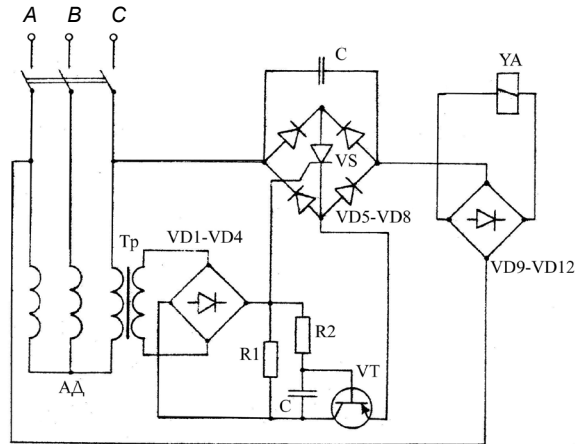


Рис. 6. Двухполупериодная симметричная схема управления электромагнитом с датчиком тока

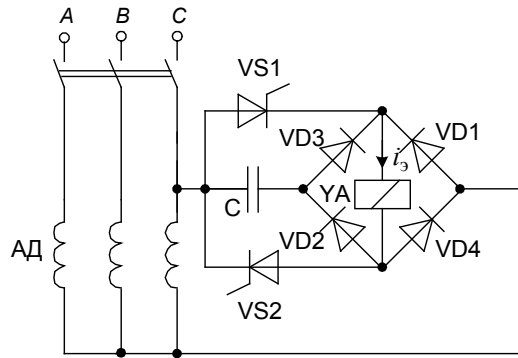


Рис. 7. Двухполупериодная схема форсировки

Находят распространение схемы форсировки с фазовым управлением (рис. 8), которые не содержат токоограничивающего конденсатора, а форсировка осуществляется изменением угла отпирания тиристора. Данные схемы ухудшают качество сетевого напряжения, требуют дорогой системы управления либо получаются менее надежными, чем известные схемы управления.

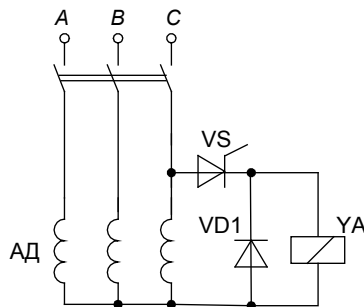


Рис. 8. Схема форсировки с фазовым управлением

ВЫВОД

Для двигателей малой и средней мощности токи форсировки силового электромагнита соизмеримы с номинальными токами электродвигателя, из чего следует, что схемы управления незначительно влияют на коммутационную аппаратуру двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соленков, В. В. Асинхронные двигатели с электромеханическими тормозными устройствами / В. В. Соленков, В. В. Брель // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2004. – № 4. – С. 28–32.
2. Клименко, Б. В. Форсированные электромагнитные системы / Б. В. Клименко. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 160 с.
3. Александров, М. П. Тормозные устройства / М. П. Александров, А. Г. Лысяков. – М.: Машиностроение, 1985. – 312 с.
4. Соленков, В. В. Электромеханические переходные процессы в асинхронных двигателях с тормозными устройствами / В. В. Соленков, В. В. Брель // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2003. – № 1. – С. 67–71.
5. Гринберг, В. С. Выбор схемы форсировки электромагнита для тормозных электродвигателей / В. С. Гринберг, Э. М. Гусельников, В. В. Соленков // Конструирование и надежность электрических машин. – Томск, 1978. – С. 17–21.
6. S E I M E C Catalogue 2. – Via Archimede, 115 (Italia) – <http://www.seimecmotori.it> – 2002.

Представлена кафедрой
теоретических основ электротехники

Поступила 12.12.2008

УДК 621.311.031

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОПН НА ОГРАНИЧЕНИЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Канд. техн. наук, доц. БОХАН А. Н., КРОТЕНОК В. В., ПРОХОРЕНКО С. Н.

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого

Один из наиболее распространенных на сегодняшний день способов ограничения перенапряжений – применение нелинейных ограничителей перенапряжения (ОПН), изготавливаемых на основе высоконелинейных варисторов из оксида цинка. Главным преимуществом ОПН перед вентильными разрядниками является отсутствие в конструкции искровых промежутков, что обеспечивает высокую стабильность пробивного напряжения. Способность ОПН ограничивать перенапряжения оценивается номинальным напряжением, статической вольт-амперной характеристикой,